

# Research on Non excavation Renovation Technology and Application of Gas Pipeline

Wenhao Xu

Shanghai No.1 Gas Pipeline Engineering Co., Ltd., Shanghai 200434, China

**Abstract:** This article explores the application of non excavation technology in gas pipeline renovation and its economic benefits, social and environmental impacts. By analyzing the advantages, specific implementation details, technical challenges, and response strategies of non excavation technology, this article emphasizes the important role of non excavation technology in reducing ground damage, saving costs, and protecting the environment. At the same time, the development trend of future non excavation technology was discussed, and research directions such as intelligent construction and remote monitoring were proposed.

**Keywords:** Non excavation technology; Gas pipeline renovation; Economic benefits

## 燃气管道非开挖改造技术及应用研究

许文浩

上海煤气第一管线工程有限公司, 中国·上海 200434

**摘要:** 本文探讨了非开挖技术在燃气管道改造中的应用及其经济效益、社会与环境影响。通过分析非开挖技术的优势、具体实施细节以及面临的技术挑战和应对策略, 本文强调了非开挖技术在减少地面破坏、节约成本和保护环境等方面的重要作用。同时, 对未来非开挖技术的发展趋势进行了展望, 提出了智能化施工和远程监控等研究方向。

**关键词:** 非开挖技术; 燃气管道改造; 经济效益

### 1 引言

燃气管道在现代城市能源供应体系中占据着举足轻重的地位, 是保障居民生活和工业生产能源需求的关键基础设施。然而, 随着城市化的快速发展和管道使用年限的增长, 燃气管道面临着老化、损坏以及城市扩张带来的线路调整等一系列挑战。传统的开挖更换方式不仅成本高、周期长, 而且会对城市交通和居民生活造成较大干扰<sup>[1]</sup>。因此, 非开挖技术在燃气管道改造中的应用日益受到重视。非开挖技术以其独特的优势, 如减少交通干扰、保护地下设施、加快施工进度等, 在燃气管道改造中展现出了巨大的实际应用价值。该技术能够在不破坏地面的情况下, 对管道进行修复或更换, 从而大大降低了施工对周边环境的影响。本文旨在深入探讨非开挖改造技术的具体操作过程、实施细节及其在燃气管道改造中的应用效果, 为非开挖技术的进一步推广和应用提供理论支持和实践指导。

### 2 非开挖燃气管道改造技术概览与实例

#### 2.1 技术概览

非开挖技术核心在于最小程度破坏地表进行地下管线施工或修复。关键技术包括导向钻进, 利用导向仪精确定位钻孔路径; 水平定向钻进, 适用于长距离、复杂地形; 管道置换, 通过旧管内拉入或气压方式安装新管, 实现管道更新<sup>[2]</sup>。这些技术共同支撑非开挖改造的高效实施。

#### 2.2 PE管内插法施工实操

在PE管内插法施工实操过程中, 首要步骤是对原管道内部进行全面而彻底的清洗。施工人员会采用高压水枪或空气压缩机等专业设备, 利用其强大的冲刷力, 有效去除管道内壁附着的沉积物、锈蚀以及其他杂质, 为接下来的内衬管安装工作奠定坚实基础<sup>[3]</sup>。紧接着, 根据原管道的直径、所需承受的压力等级等关键参数, 施工人员会精心挑选出材质适宜、规格匹配的PE内衬管。随后, 通过专业的拉入设备或利用气

压辅助，将PE内衬管准确无误地安装至预定位置。安装完毕后，为了进一步增强内衬管的结构稳定性，施工人员会使用热水或蒸汽对其进行固化处理。最后，但同样重要的是，进行严格的压力测试，以全面检验内衬管与原管道之间的贴合度以及整体的密封性能，确保不存在任何泄漏隐患，从而有力保障燃气管道的安全、稳定运行。

## 2.3 囊式封堵与不停输改造实例

囊式封堵与不停输改造实例是一项精细而高效的燃气管道改造技术。在施工前，技术人员会根据管道的直径精心选择合适的封堵气囊，并准备齐全的封堵设备以及精密的压力监测仪表，以确保封堵作业的顺利进行。随后，在精心规划的管道位置安装封堵气囊，并通过充气至预定压力，实现对管道的局部有效隔离，这一过程中，燃气供应并不会中断，改造作业得以在不影响正常供气的安全下进行。为确保封堵效果和施工安全，技术人员会实时监测封堵气囊的压力变化，同时，对改造作业区域的气体浓度进行严密监控，以及时发现和预防任何可能的泄漏风险，从而保证整个改造过程的安全性和可靠性。

## 2.4 大口径钢管镶接技术实践

大口径钢管镶接技术实践是一项关键的燃气管道改造环节，它要求严谨的操作流程和高质量的标准。在实施前，焊接区域的清理至关重要，必须确保无油污、锈蚀等杂质，以保证焊接的牢固性；同时，根据管道的材质和规格，精心选择合适的焊接材料，如焊条、焊丝等。进入焊接过程，采用自动或手动焊接方式，对钢管进行精密的对接焊接，期间要严格控制焊接温度和速度，确保焊缝达到规定的质量标准。完成焊接后，还需对焊缝进行细致的外观检查和无损检测，如X射线、超声波检测等，以全面确保焊缝无裂纹、夹渣等缺陷，从而保证管道改造的质量和安全性。

# 3 非开挖改造技术在燃气管道项目中的实施流程

## 3.1 项目筹备与规划

项目筹备与规划是燃气管道非开挖改造技术的关键环节。在项目启动之初，专业团队会进行现场勘查，详细记录地下管线的布局，全面评估地质条件，

为后续的施工方案提供准确依据。基于勘查结果，工程师们会精心设计导向孔路径，确保施工路径能够避开地下障碍物，并选择最合适的非开挖设备与技术，以提高施工效率和安全性。同时，项目团队还会根据施工方案，提前采购所需的管道材料、封堵器材、导向仪等关键物资，确保施工过程的顺利进行。这一系列筹备与规划工作，为燃气管道非开挖改造项目的成功实施奠定了坚实基础。

## 3.2 施工操作细节

### 3.2.1 导向与钻进

在施工操作的导向与钻进阶段，精确性与安全性是至关重要的。首先，利用高精度的导向仪来确定钻孔的路径，这一步骤要求操作人员具备丰富的经验和精湛的技能，以确保钻孔路径能够精准避开地下的各种障碍物，如电缆、光缆、给排水管道等，从而避免施工过程中的意外损坏，保障周边设施的安全。导向仪的使用不仅提高了施工效率，还大大降低了施工风险。

钻进过程则采用了先进的水平定向钻进技术。随着钻杆的逐步推进，实时监测钻孔的轨迹变得尤为关键。操作人员需密切关注钻孔的偏差情况，一旦发现轨迹偏离预定路径，需立即进行调整，以确保钻孔的准确性和稳定性。此外，泥浆循环系统的运用也是钻进过程中的一大亮点。泥浆不仅能够冷却钻头，防止因高温而导致的钻头损坏，还能有效携带钻屑，保持钻孔的清洁。同时，泥浆还能起到稳定孔壁的作用，防止孔壁坍塌，为后续的管道铺设奠定坚实基础。

### 3.2.2 管道铺设与连接

完成导向孔后，便进入了管道铺设与连接阶段。首先需要对导向孔进行扩孔作业，逐步扩大孔径，直至满足管道铺设的要求。扩孔过程中，需严格控制扩孔速度和力度，以避免对周边土壤和地下设施造成不必要的破坏。扩孔完成后，便可进行管道的回拖作业。回拖时，需确保管道能够平稳、顺畅地进入钻孔，避免在回拖过程中产生过大的摩擦力，影响管道的质量和使用寿命。在新旧管道的连接上，根据管道材质和工程要求的不同，可采用热熔焊接或机械连接方式。热熔焊接适用于PE管等热塑性材料，通过加热管道端面，使其熔化并紧密结合，形成高强度的焊缝。机械连接则适用于钢管等金属材料，通过螺栓、

法兰等连接件将管道紧密连接在一起。无论采用哪种连接方式，都需确保新旧管道之间的连接既牢固又具有良好的密封性，以防止燃气泄漏等安全隐患的发生。对于采用PE管内插法的项目，还需对原管道进行彻底清洗，去除管道内壁的沉积物、锈蚀等杂质，为内衬管的安装创造良好条件。内衬管安装完成后，还需进行压力测试，以验证内衬管与原管道的紧密贴合度及整体密封性能。这一步骤对于确保改造后的管道能够安全、稳定地运行至关重要。

### 3.2.3 质量检查与验收

质量检查与验收是燃气管道非开挖改造项目的最后一道防线。在管道定位与深度测量方面，需使用探地雷达等先进设备，对管道的位置和深度进行精确测量，以确保管道铺设的准确性和稳定性。这一步骤对于避免管道因位置偏差或深度不足而导致的安全隐患具有重要意义。对新铺设或改造的管道进行压力测试也是必不可少的环节。通过向管道内注入一定压力的气体或液体，观察管道是否出现泄漏现象，以全面检验管道的密封性能和承压能力。压力测试过程中，需严格遵循相关标准和规范，确保测试结果的准确性和可靠性。最后，依据行业标准与规范进行质量验收。验收过程中，需对管道的材质、规格、连接方式、焊缝质量等进行全面检查，并记录任何不合格项。对于发现的问题，需及时进行处理和整改，直至达到验收标准。这一步骤对于确保燃气管道非开挖改造项目的施工质量和安全性具有重要意义，也为后续管道的安全、稳定运行提供了坚实保障。

## 4 非开挖改造技术的经济效益与社会影响

### 4.1 经济效益分析

非开挖技术在燃气管道改造项目中展现出了显著的经济效益。首先，在成本节约方面，非开挖技术有效减少了地面恢复费用。由于避免了大规模的地面开挖和回填作业，不仅节省了材料成本和人工成本，还显著降低了施工期间对周边商业活动的影响，减少了因施工而导致的商业损失，从而实现了总成本的节约。此外，非开挖技术在工期上也具有明显优势。相较于传统开挖方法，非开挖技术能够大幅减少交通中断时间，加快施工进度。这不仅有助于缓解城市交通压力，还能提前完成施工任务，为项目的快速投入使用创造了有利条件，进一步提升了项目的经济效益。

### 4.2 社会与环境影响

非开挖技术在燃气管道改造项目中的应用，对社会与环境产生了积极而深远的影响。首先，在交通影响最小化方面，非开挖施工以其独特的作业方式，有效避免了大规模的道路封闭，从而减少了交通拥堵现象的发生。相较于传统开挖方法，非开挖技术能够最大限度地保持道路的畅通无阻，为公众提供了更加便捷、高效的出行环境，有效缓解了城市交通压力。在城市景观保护方面，非开挖技术同样展现出了其独特的优势。通过避免大规模的地面开挖作业，非开挖技术不仅保护了城市绿化带、公园绿地等宝贵资源，还减少了对历史遗迹、文化景观等不可再生资源的破坏，为城市保留了更多的自然风貌和文化底蕴。这不仅有助于提升城市的整体形象，还能为市民提供更加宜居、宜游的生活环境。

### 4.3 具体实施细节

在燃气管道非开挖改造项目的具体实施中，社区沟通与协调、环境监测与报告、应急响应计划以及公众参与与监督等环节均发挥着至关重要的作用。施工前，项目团队会与社区居民、商家进行充分的沟通与交流，详细解释施工方案、施工流程以及可能带来的影响，并广泛收集各方的反馈意见。通过这一环节，项目团队能够及时了解社区居民的关切和需求，对施工方案进行必要的调整和优化，从而确保施工过程的顺利进行，并最大限度地减少对周边居民和商家的生活及经营影响。

为确保施工过程中的环境安全，项目团队会在施工现场设置环境监测点，定期记录施工期间的噪音、空气质量等关键数据，并编制详细的环境监测报告。这些报告不仅为项目团队提供了施工对环境影响的直观数据，也为环保部门和社会公众提供了监督施工的依据。同时，项目团队会将环境监测报告进行公开透明化处理，确保所有相关方都能及时获取施工环境信息，增强施工过程的透明度和公信力。针对施工过程中可能出现的施工事故、环境污染等突发事件，项目团队会制定详细的应急响应计划。该计划包括应急预案的制定、应急资源的准备、应急演练的开展以及应急响应流程的明确等多个方面。通过这一环节，项目团队能够确保在突发事件发生时能够迅速、有效地进行应对，最大限度地减少事故对环境和周边居民的影响。此外，项目团队还会邀请社区居民、环保组织等

参与施工监督，广泛收集各方对施工过程的意见和建议。通过这一环节，项目团队能够及时发现施工过程中的问题和不足，并根据实际情况进行及时调整和优化施工方案。这不仅有助于提升施工质量和效率，还能增强社会公众对施工项目的信任和支持，为项目的顺利实施和完成奠定坚实基础。

## 5 非开挖改造技术的挑战与对策

### 5.1 技术挑战

在燃气管道非开挖改造项目中，尽管非开挖技术已经取得了显著的进展和应用成效，但仍面临着一系列技术挑战。首先，复杂地质条件下的施工难度是非开挖技术面临的一大难题。在实际施工过程中，地下土层的性质、分布以及地下水位等因素都会对非开挖施工产生重要影响。特别是在遇到坚硬岩层、软土地基或地下水位较高等复杂地质条件时，非开挖施工的难度会大幅增加，甚至可能导致施工失败。因此，如何克服复杂地质条件对施工的影响，是非开挖技术需要进一步研究和解决的问题。

材料性能要求高也是非开挖技术面临的一大挑战。非开挖施工对管道材料的要求极高，不仅需要具备足够的强度和韧性以承受地下环境的压力，还需要具备良好的耐腐蚀性和耐磨损性以延长使用寿命。然而，当前市场上部分管道材料在性能上仍存在一定局限性，难以满足非开挖施工的高要求。因此，加强管道材料的研究和开发，提高材料的综合性能，是非开挖技术得以广泛应用的关键所在。

### 5.2 应对策略

针对非开挖技术面临的挑战，我们可以从技术创新、材料研发以及政策支持与行业标准三个方面着手

应对。首先，加强非开挖设备与技术的研发是关键。通过不断的技术革新，提高施工设备的精度和效率，使非开挖技术能够更好地适应复杂地质条件下的施工需求。同时，开发高性能管道材料也是不可或缺的一环。这些材料应具备足够的强度、韧性、耐腐蚀性和耐磨损性，以满足非开挖施工对管道材料的特殊要求。此外，推动政府出台相关政策，完善行业标准也是促进非开挖技术普及与应用的重要途径。政府可以通过提供财政补贴、税收优惠等激励措施，鼓励企业加大在非开挖技术研发和材料开发上的投入。同时，完善行业标准，为非开挖施工提供明确的技术指导和规范，有助于提升整个行业的施工水平和工程质量。

## 6 结论与展望

本文回顾了非开挖改造技术在燃气管道改造中的应用，发现其在减少地面破坏、缩短工期、节约成本以及保护城市景观和环境等方面展现出显著优势，充分证明了非开挖改造技术的实际应用价值，并对社会、经济产生了积极影响。展望未来，随着技术的不断进步，非开挖技术将朝着智能化施工、远程监控等方向发展，为燃气管道管理领域带来更多的创新和突破。因此，持续关注 and 深入研究非开挖技术，对于推动燃气管道改造行业的可持续发展具有重要意义。

## 参考文献

- [1] 冯涛. 非开挖敷设技术在城市燃气管道中的应用浅析 [J]. 城市燃气, 2022, (02): 20-23.
- [2] 罗元. 市政管道工程非开挖修复技术的创新与实践 [J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术 2025(01): 101-104.
- [3] 贾志明, 梁伟, 俞徐超. 城市燃气管道非开挖修复更新技术研究 [C]. 2016: 87-93.